

Réunion technique du C.F.M.S. du 6 décembre 2006

Séance Grands Travaux

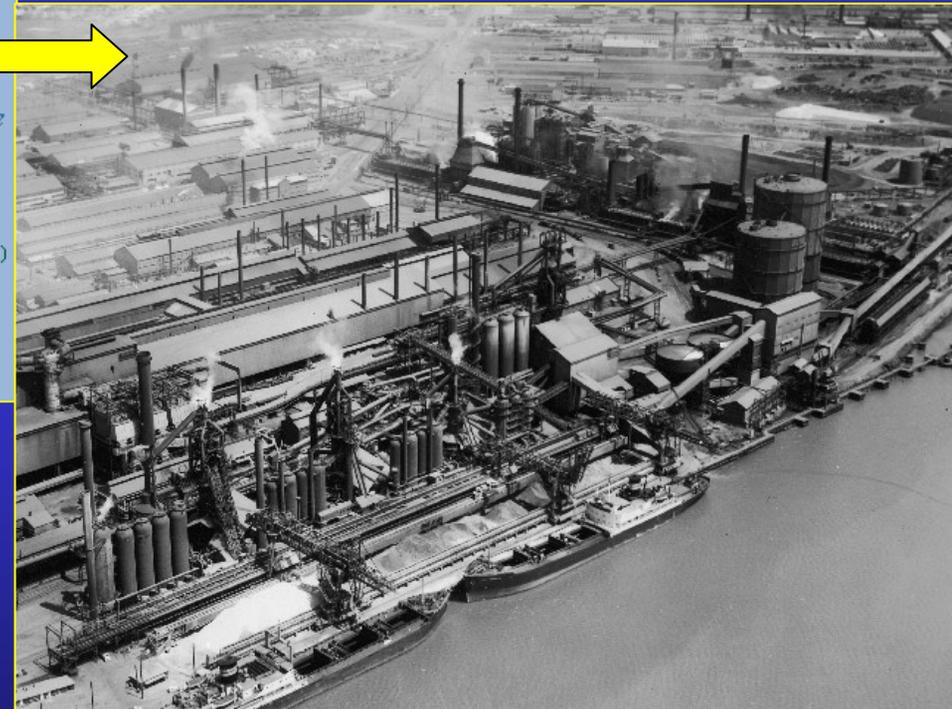
Confinement d'une zone polluée par une paroi sol bentonite

Philippe Liausu (Ménard Soltraitement)





L'aciérie en service
à le fin des années 1950



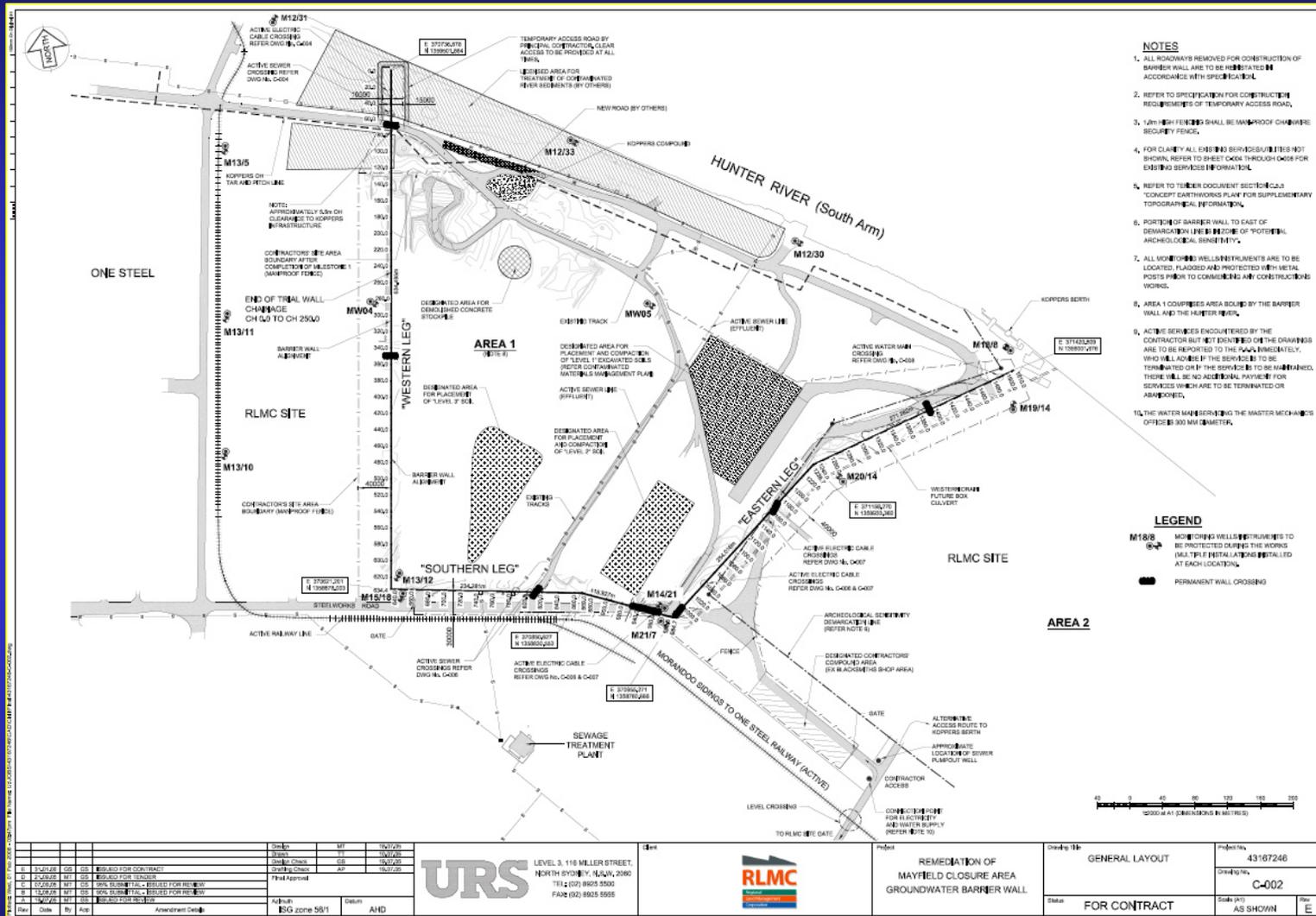
Le site de l'ancienne aciérie
de Mayfield à Newcastle
(Australie)

Historique du site:

- 1870: usine de production de cuivre
- 1912: construction d'une aciérie
- 1999: fin d'exploitation puis démantèlement de l'usine
- 2001: site officiellement déclaré contaminé par l'Agence de l'Environnement et transféré à RLMC, *Regional Land Management Corporation* (Etat des Nouvelles Galles du Sud)
- 2001- 2004 Etudes de réhabilitation du site
- 2005: appel à candidatures pour travaux de réhabilitation
- 2006: attribution du contrat de travaux de confinement de la zone polluée à la société Austress Ménard

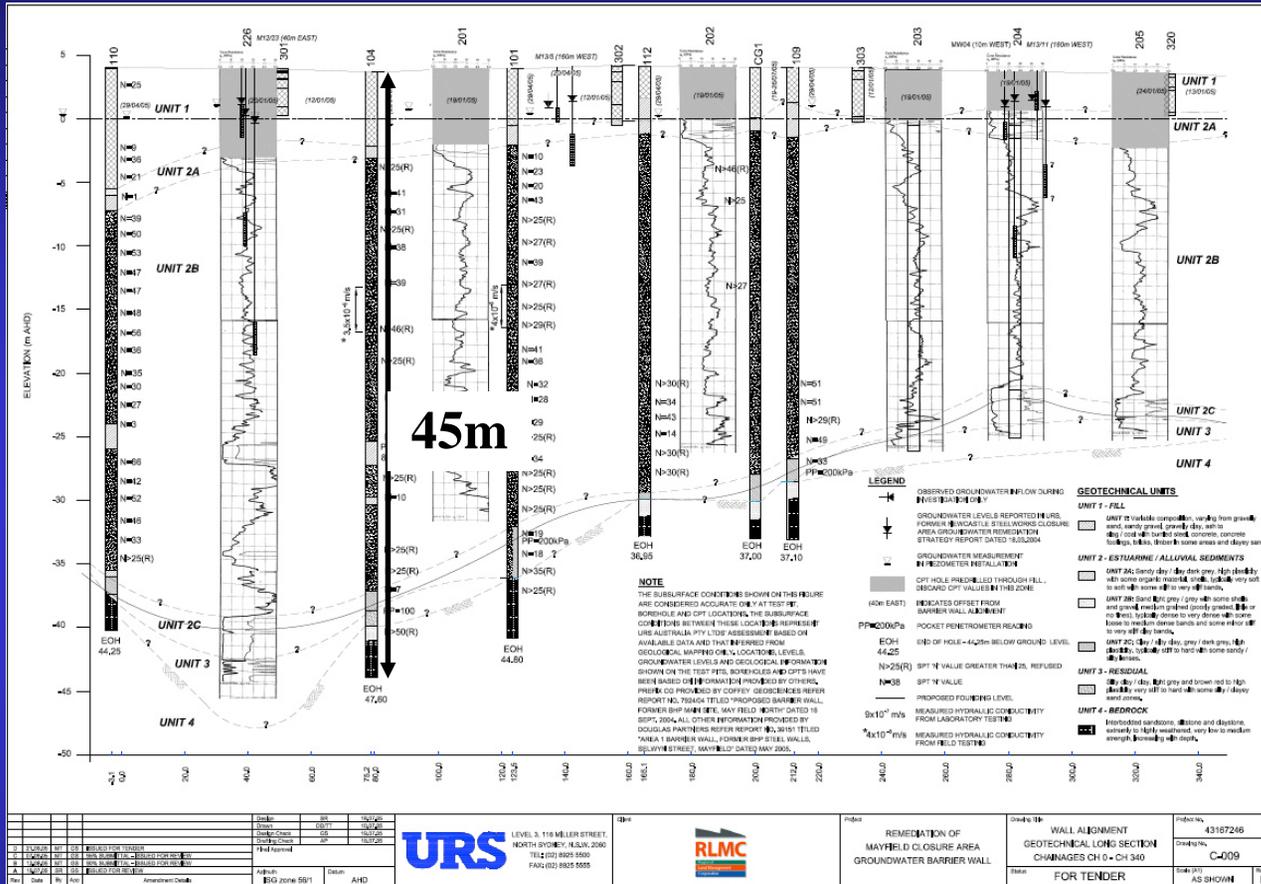


Vue du site après démantèlement de l'usine



Vue en plan du site (area 1 = 35 Ha)





- 3 à 9 m de remblais (sables, laitiers etc...)
- sables fins alluviaux quaternaires denses
- argile d'altération
- substratum gréseux du Permien

Coupe géotechnique dans l'axe de la paroi

Un site contaminé!

- **polluants principaux:**

- hydrocarbures
- métaux lourds (Pb, Mn, Zn)
- ammoniac
- cyanure

- **taux de contamination**

- benzène: 200 µg/l
- TRH 20 mg/l
- HAP 6mg/l

Option	Avantages et inconvénients	Bilan
Traitement des sols in-situ	<ul style="list-style-type: none"> - Solution définitive - Coût de l'ordre de 10 fois supérieur aux autres solutions - Grosse dépense énergétique - Problème d'excavation des matériaux contaminés sous la nappe - Problème de traitement effectif de 100% des contaminants 	<ul style="list-style-type: none"> - Usine de traitement construite sur le site (Innova) - Solution abandonnée
Pompage et traitement	<ul style="list-style-type: none"> - Coûts récurrents importants - Impact du pompage sur les autres utilisateurs 	<ul style="list-style-type: none"> - Solution non retenue
Confinement (paroi verticale étanche + confinement horizontal)	<ul style="list-style-type: none"> - Meilleur compromis coûts – délais - Solution fiable et éprouvée - Solution technique acceptée par l'Agence de l'Environnement - Peu ou pas d'impact sur l'environnement - Coûts récurrents très faibles 	<ul style="list-style-type: none"> - Solution retenue

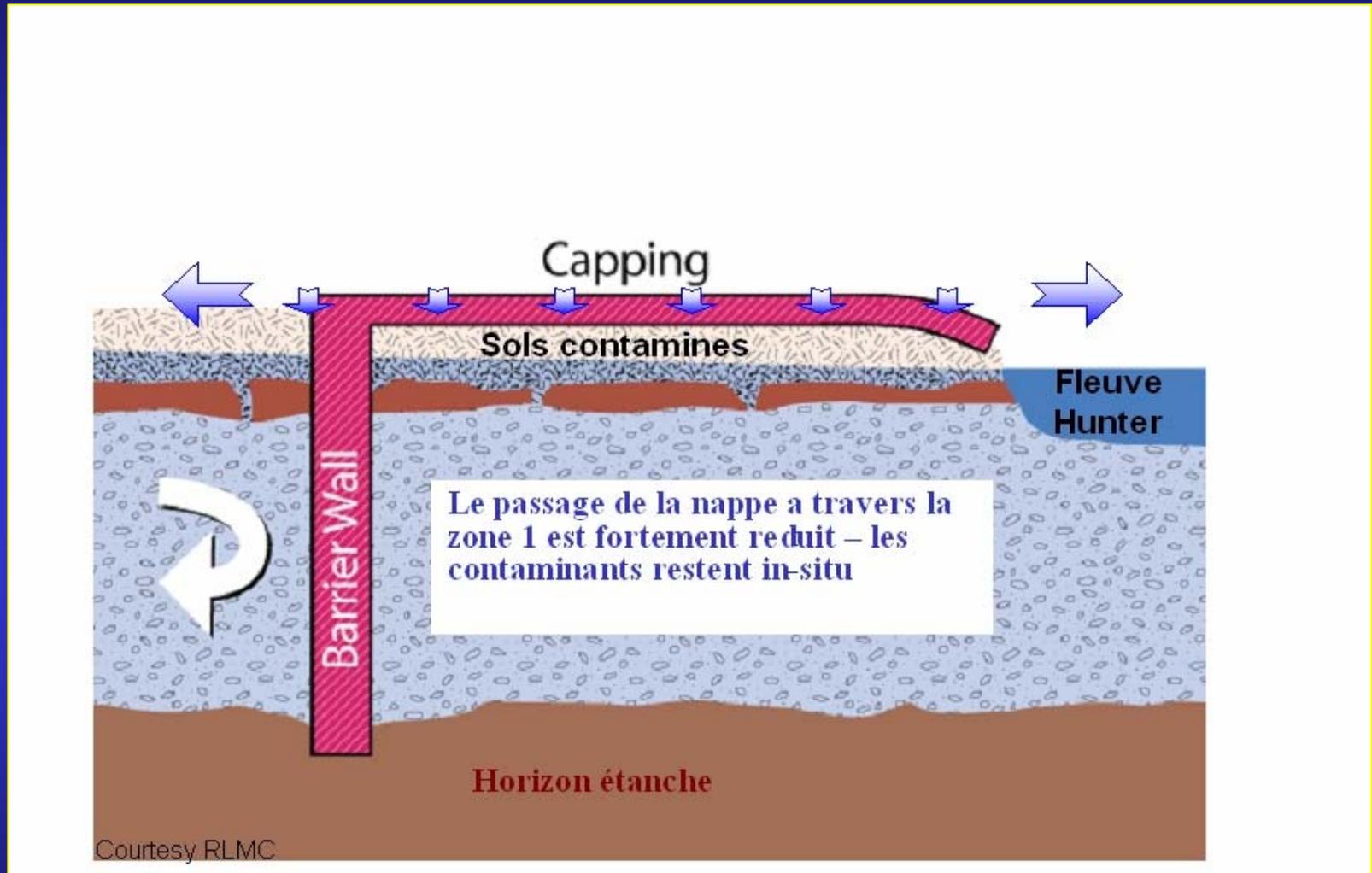
Options de traitement de la zone polluée

Option	Avantages et inconvénients	Bilan
Paroi au coulis	Solution prouvée Coût comparativement plus élevé Difficulté de construire ce type d'ouvrage pour des profondeurs allant jusqu'à 50m	Solution non retenue (base)
Deep Soil Mixing	Profondeurs difficile a atteindre Problème de verticalité et difficulté de mettre en oeuvre une paroi continue aux profondeurs considérées Difficulté de forage en présence de sables tres denses Technique non éprouvée pour ce type d'ouvrage	Solution non retenue (variante)
paroi en sol-bentonite	Solution éprouvée Pérennité de ce type d'ouvrage en présence de contaminants Re-utilisation des matériaux excaves du site dans l'ouvrage permanent Coûts – délais attractifs	Solution retenue (variante) Contrat « design and construct »

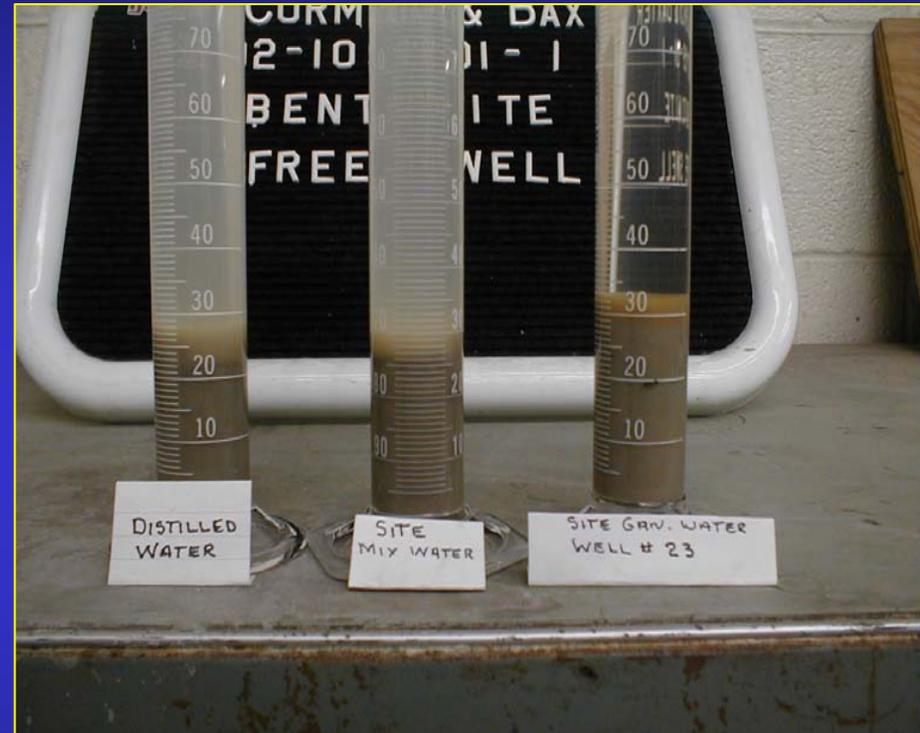
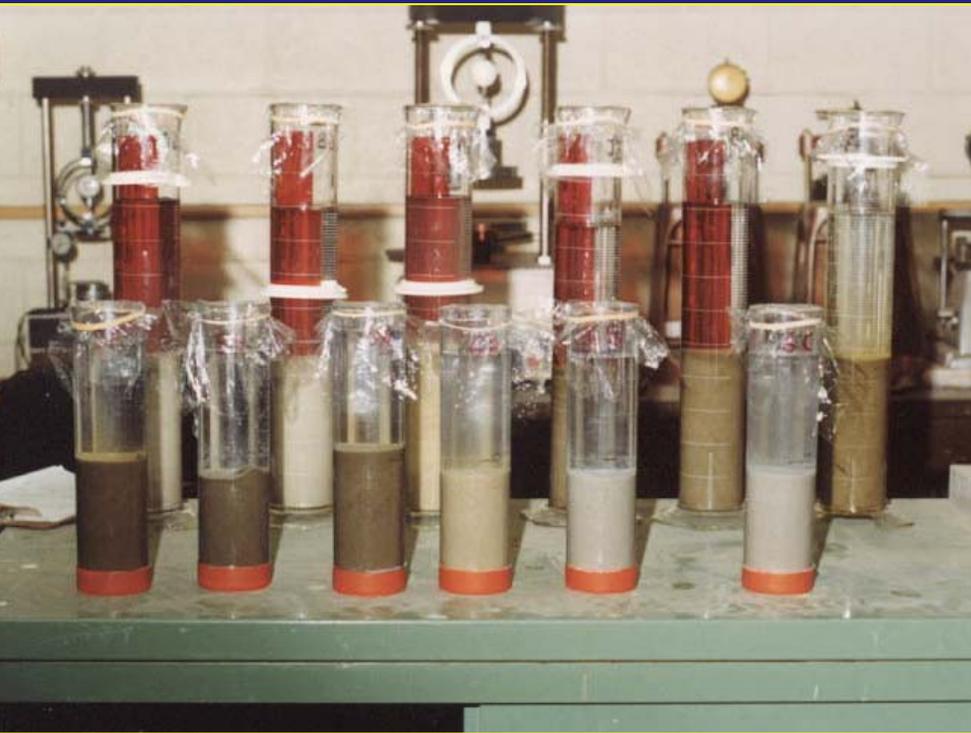
Les différentes solutions techniques étudiées



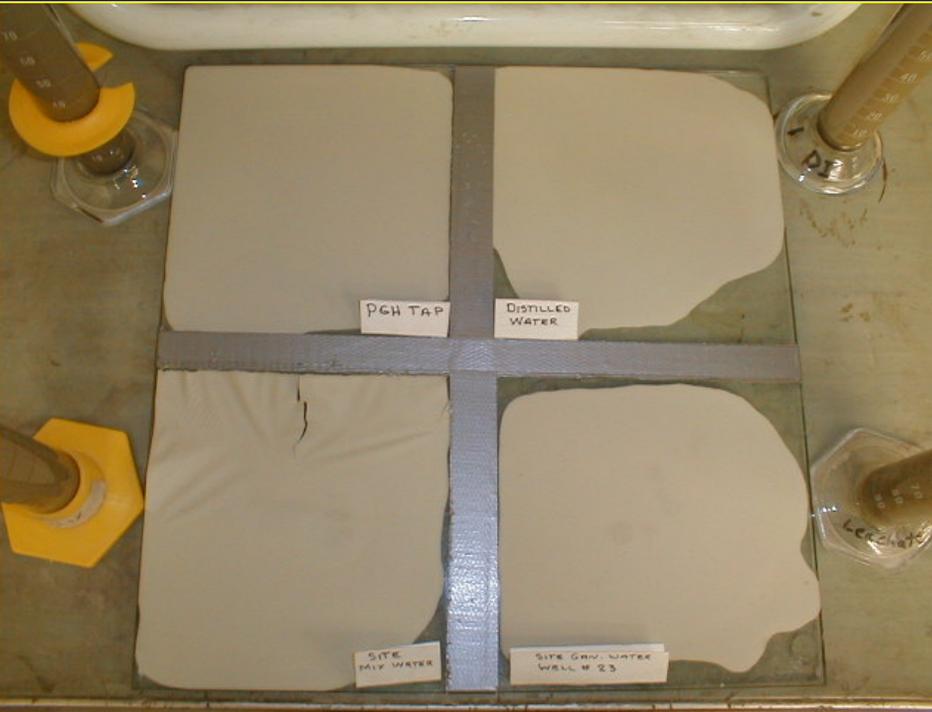
Principe de la barrière hydraulique amont (1)



Principe de la barrière hydraulique amont (2)



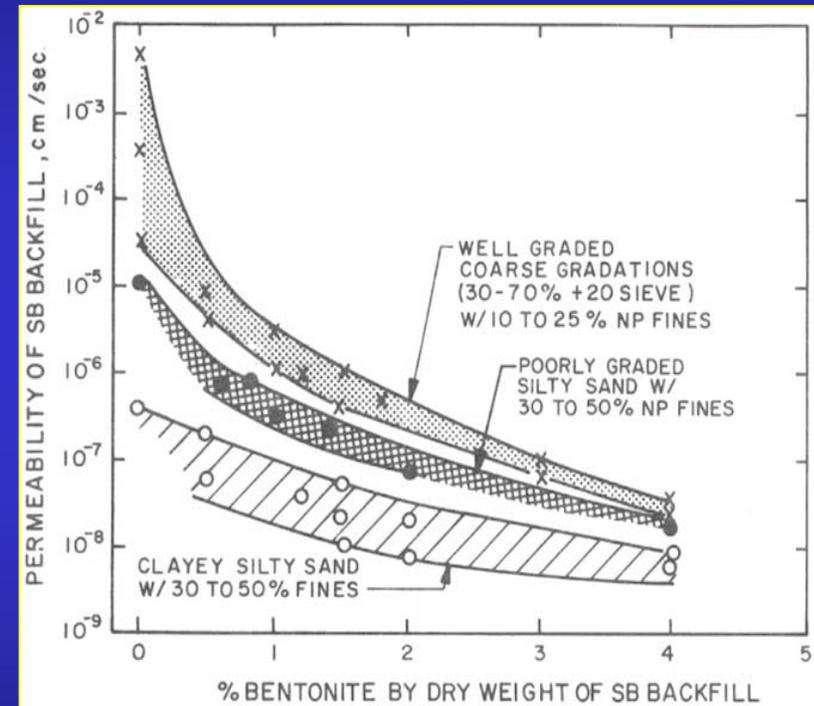
Etudes préliminaires: vérification de la stabilité boue bentonitique avec les contaminants du site



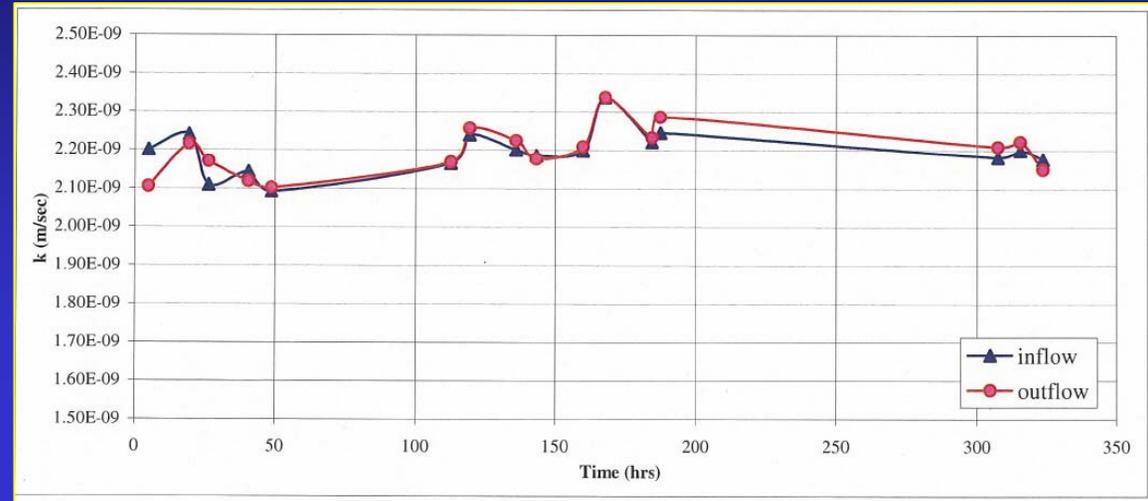
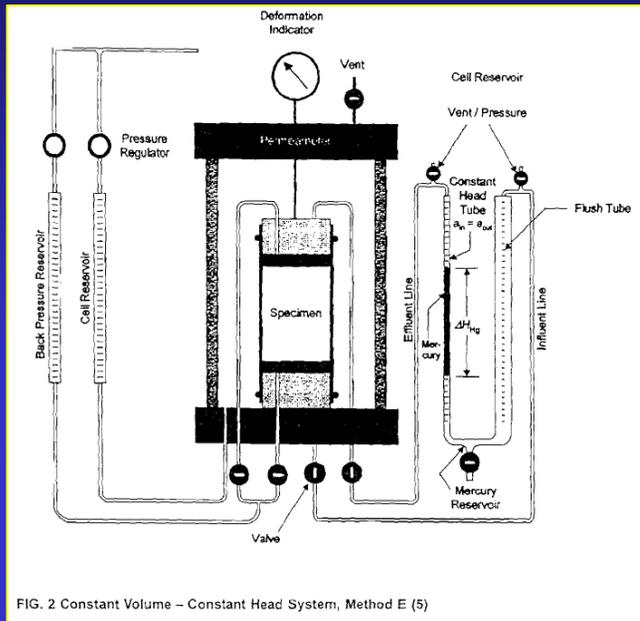
Etudes de formulation du remblai sol bentonite, en fonction des polluants rencontrés sur le site

Paramètres pris en compte dans le dimensionnement

- Perméabilité
- Compatibilité avec les polluants
- Épaisseur et charge hydraulique
- granulométrie
- Stabilité de la tranchée
- Caractéristiques du niveau imperméable
- Etude de sols complémentaire

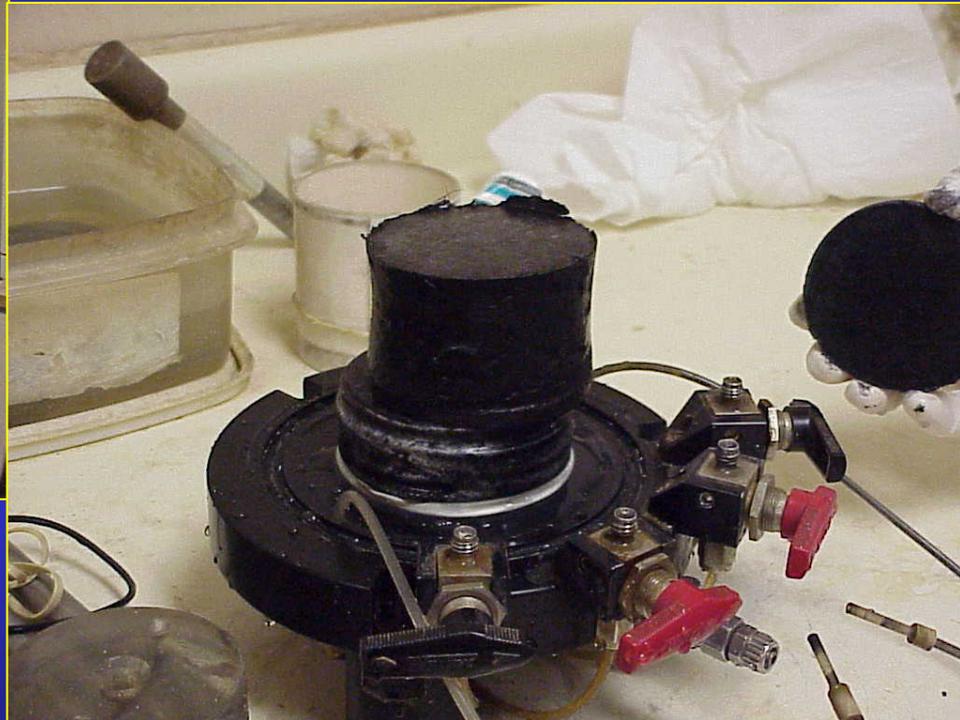


Perméabilité/teneur en bentonite



Spécifications du contrat:

perméabilité de la paroi inférieure à 10^{-8} m/s,
 mesurée par un essai de perméabilité à la chambre triaxiale en
 laboratoire de type AS 1289.6.7.3 sur des échantillons
 consolidés à 100 KPa sous un gradient hydraulique de 20.



Réalisation d'essais de perméabilité en laboratoire

➔ Les perméabilités obtenues ont été inférieures à 10^{-9} m/s

Séquence de réalisation des travaux:

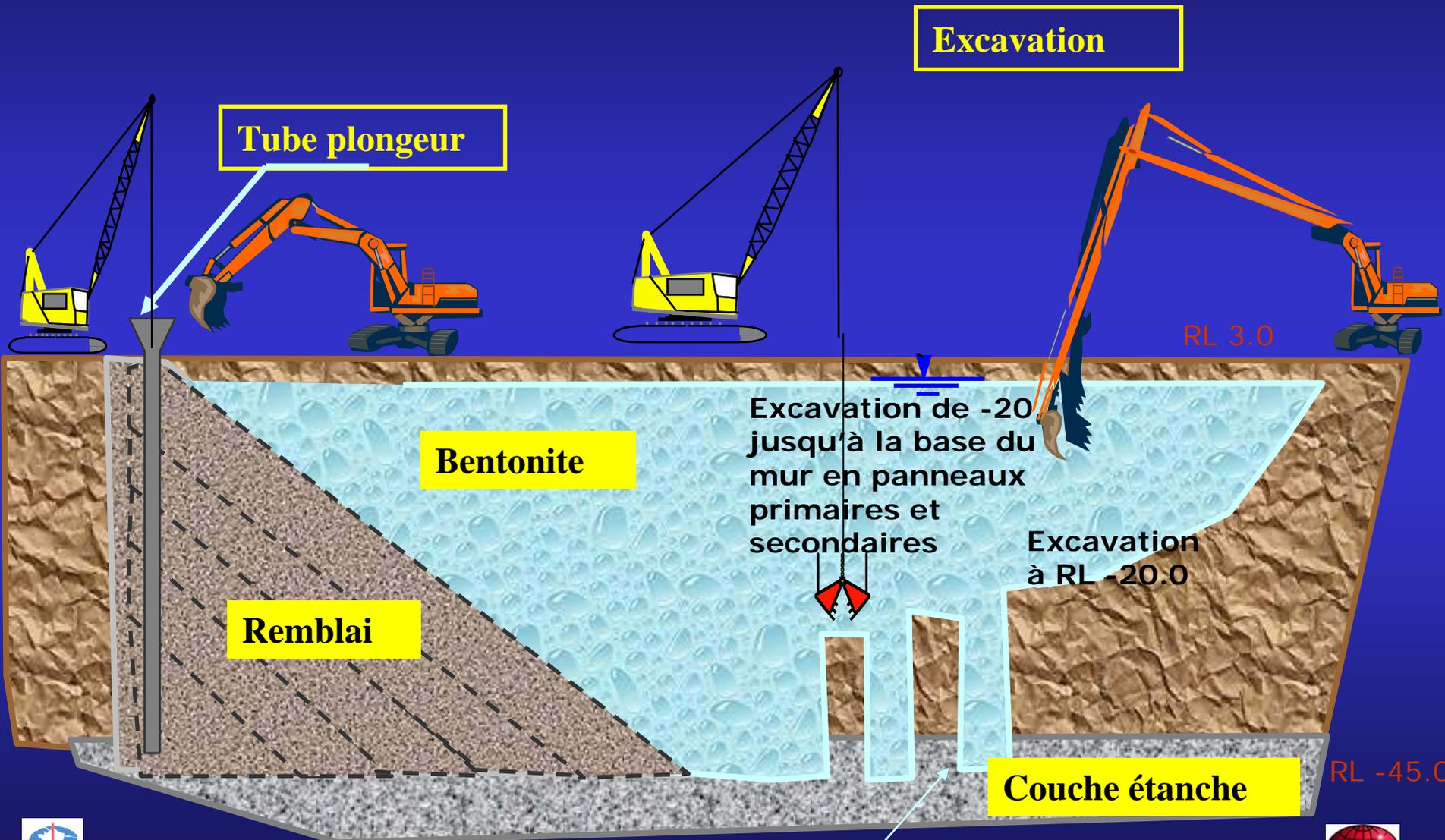
- réalisation d'une pré-tranchée pour éliminer les obstacles dans le remblai
- gestion des matériaux excavés en fonction de leur degré de contamination
- excavation de la tranchée sous boue bentonitique
- mélange et placement dans la tranchée
- traitement des couches de surface



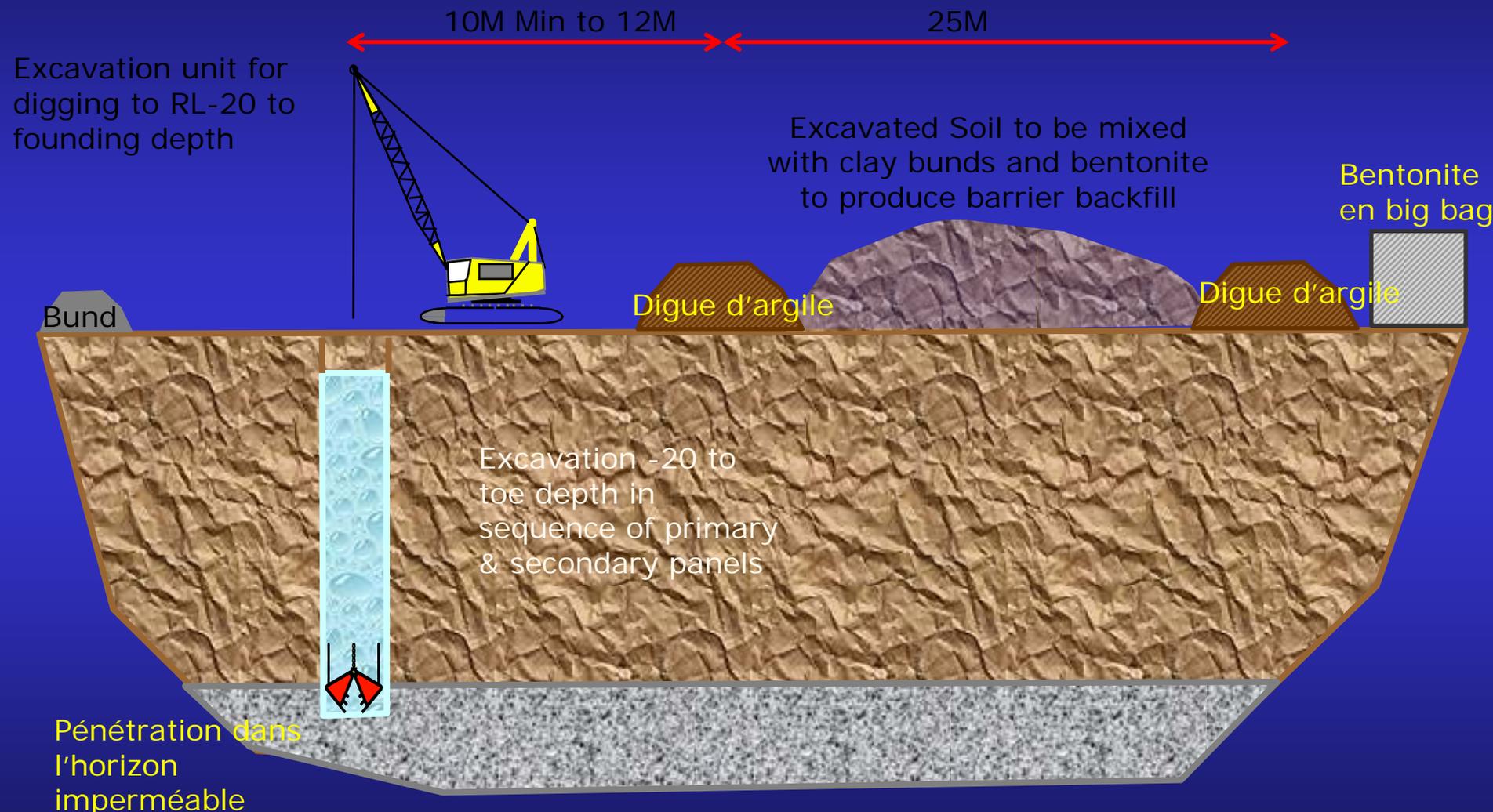
Réalisation d'une pré-tranchée pour élimination des obstacles dans le remblai de surface



Zones de dépôt des matériaux contaminés



Principe de réalisation de la paroi



Principe de réalisation de la paroi (coupe)



Excavation de la partie supérieure de la tranchée à la pelle au bras long



tranchée remplie de boue bentonitique



Vue générale des ateliers d'excavation de la paroi



Forage de la partie basse de la paroi à la benne



Bassin à bentonite

Digue d'argile

Préparation du remblai par mélange du sable excavé, d'argile et de bentonite

Matériau excavé

Alimentation dans la tranchée

Atelier benne

Atelier pelle à bras long

Tranchée remblayée

Remblaiement progressif de la tranchée

Excavation de la tranchée sous bentonite

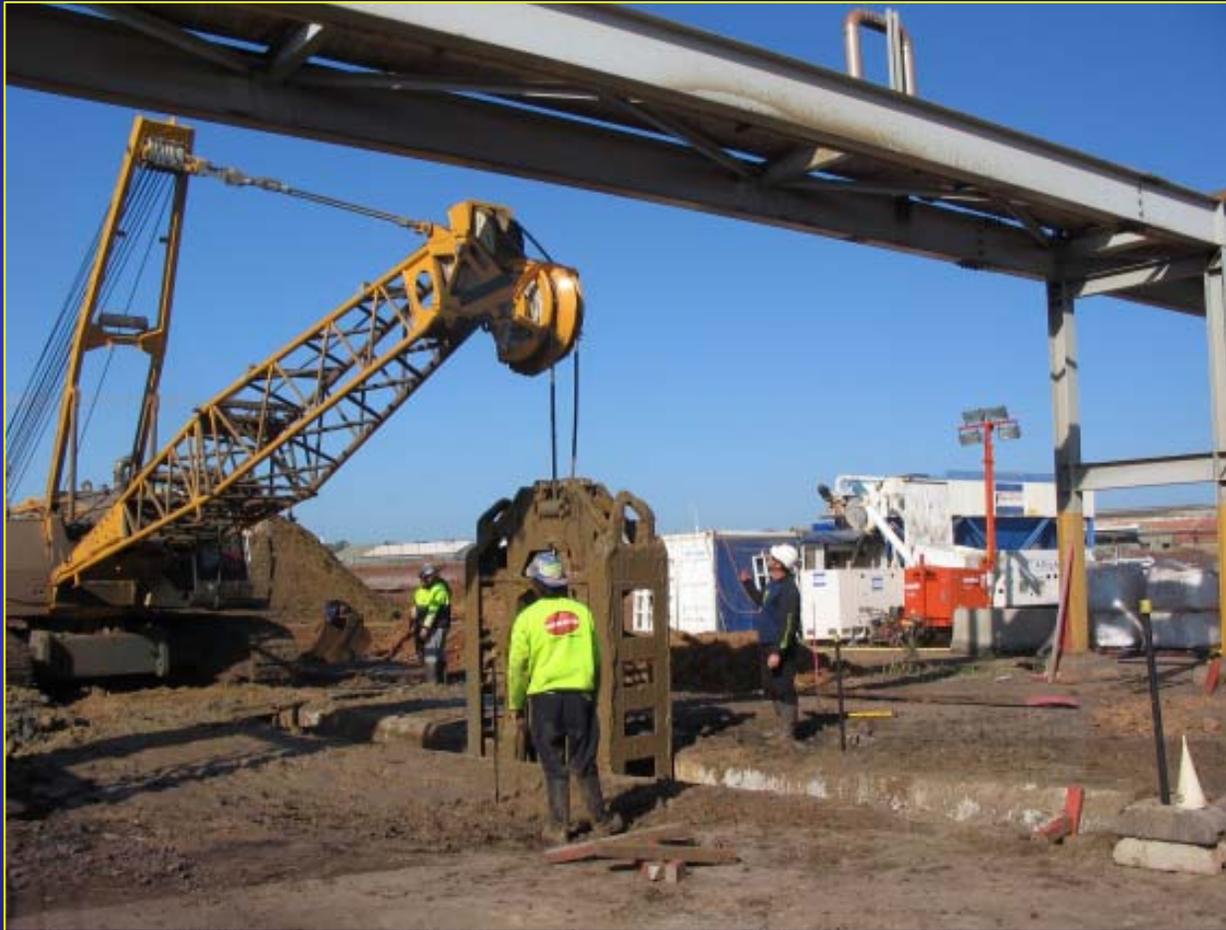
Principe de réalisation de la paroi (vue en plan)



Apport d'argile extérieure pour enrichissement en fine du remblai



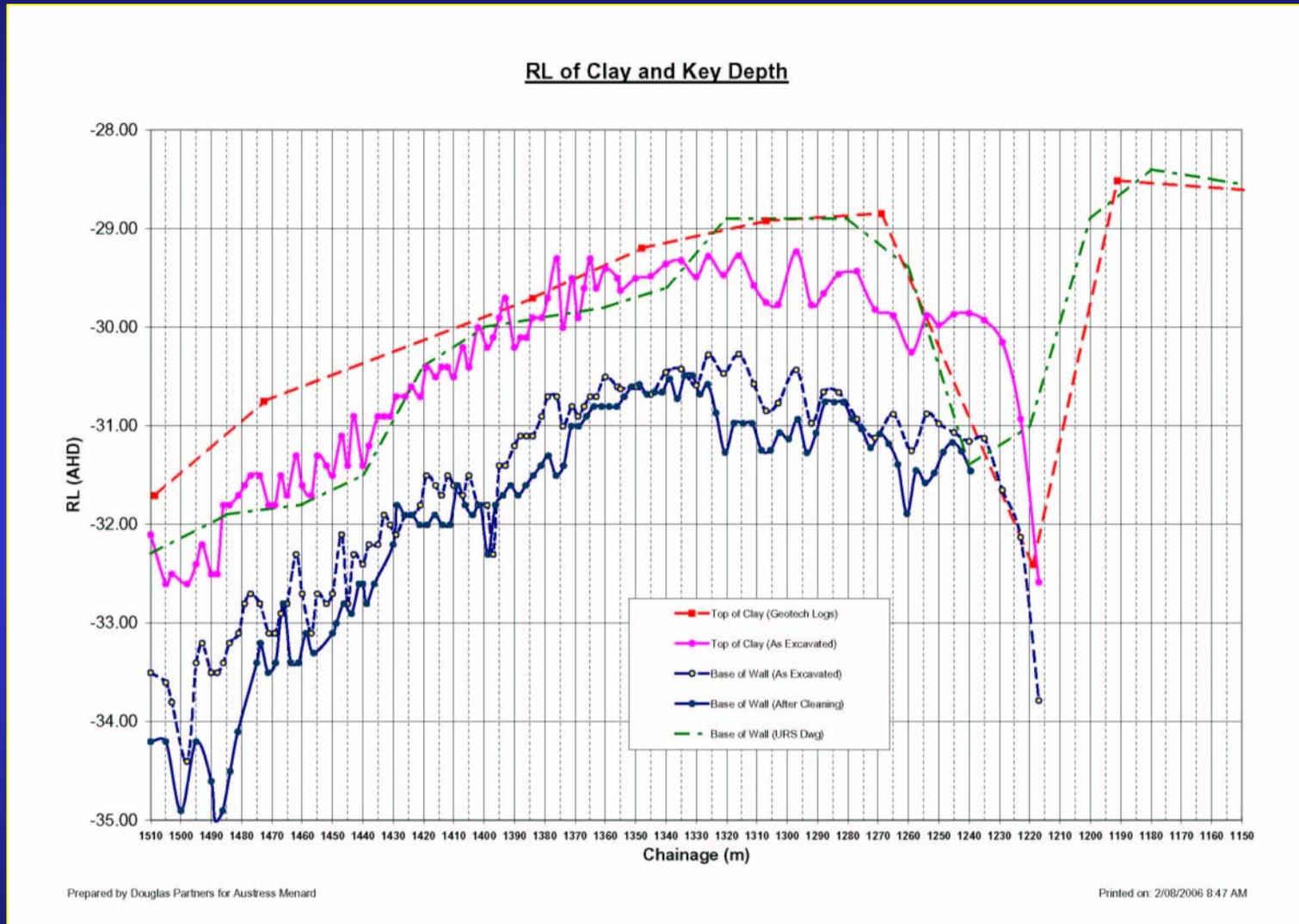
Remblaiement de la
tranchée au tube
plongeur



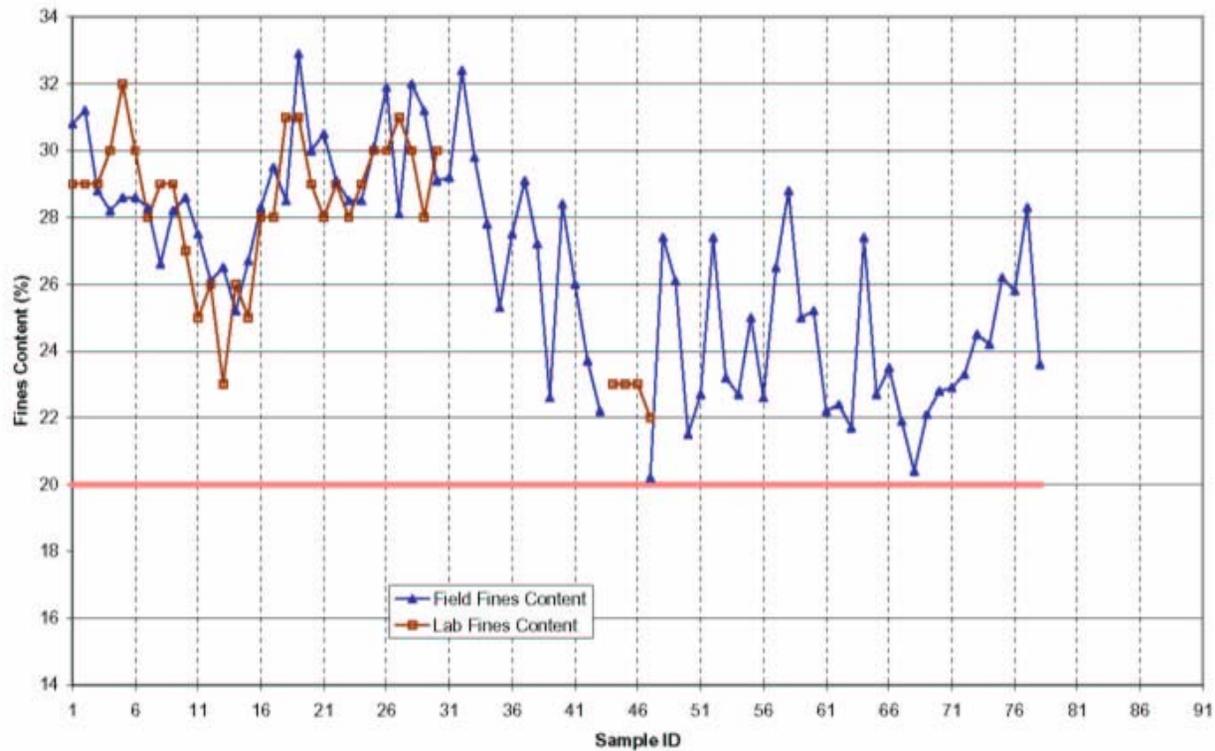
Réalisation de la paroi sous le pipeline de transport de goudron

Type de contrôle	Tests	Consultant
Contrôle interne	<ul style="list-style-type: none"> - Méthodes - Tests sur boue bentonitique (neuve et tranchée) - Suivi de la progression du remblai 	Austress Menard Geo-solutions
Contrôle externe	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôle matériau d'apport - Ancrage et propreté fonds de fouille - Teneur en fines du mélange - Prélèvement d'échantillons pour essais de perméabilité - Piezo-cones et interprétation 	Douglas Partners
Contrôle externe	<ul style="list-style-type: none"> - Essais de perméabilité 	GHD-Longmac
Contrôle extérieur (Client)	<ul style="list-style-type: none"> - Méthodes - Essais supplémentaires de contrôle 	URS
Contrôle extérieur (EPA auditor)	<ul style="list-style-type: none"> - Méthodes et systèmes en place sur le site - Suivi des essais de réception 	Environ

Plan de contrôle qualité



Contrôle de l'ancrage de la paroi



QC Testing Summary/Fines Trend

23/08/2006

Contrôle de la teneur en fines du remblai sol bentonite

5020037 - Mayfield Barrier Wall

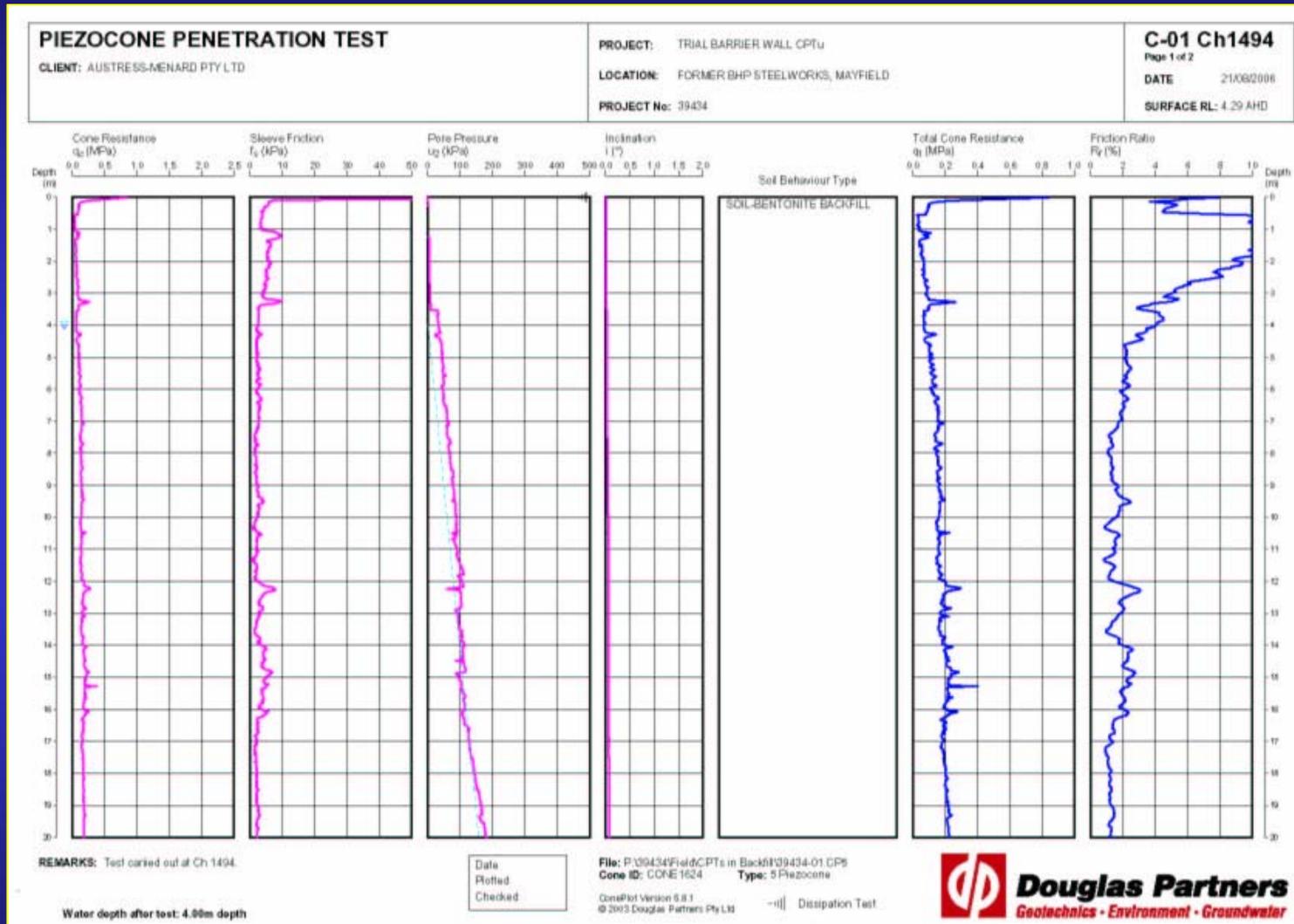
Permeability Tests Sampling Data  **Douglas Partners**
(Appendix A - Table 6.1 of the Specifications)
 Geotechnics - Environment - Groundwater



Sample Information						Fines Content (% <75µm)				Permeability Testing				
Sample No	Date	Ch.	Time	Location	Backfill Status	Field Test	Lab Test	Δ	NATA Report	Sent for Test (Y/N)	Date Sent	To	Result (in m/s)	Report No.
1	4/07/2006	1510	1245	Platform	Tremie	30.8	29	1.8	N06-144	Y	6/07/2006	GHD-Longmac	2.0E-10	15240
2	5/07/2006	1510	0930	Platform	Tremie	31.2	29	2.2	N06-144a	Y	18/07/2006	Geotechnics	2.6E-10	2006-061-05-02
3	5/07/2006	1510	1410	Platform	Tremie	28.8	29	-0.2	N06-144b	N				
4	6/07/2006	1510	0840	Platform	Tremie	28.2	30	-1.8	N06-144c	N				
5	6/07/2006	1510	1400	Platform	Tremie	28.6	32	-3.4	N06-144d	N				
6	7/07/2006	1510	0800	Platform	Tremie	28.6	30	-1.4	N06-144e	Y	10/07/2006	GHD-Longmac	4.0E-10	JK11A/1860/R1
7	10/07/2006	1510	1200	Platform	Tremie	28.3	28	0.3	N06-144f	N				
8	11/07/2006	1510	1115	Platform	Tremie	26.6	29	-2.4	N06-144g	Y	12/07/2006	GHD-Longmac	1.0E-10	JK11A/1860/R1
9	12/07/2006	1510	1210	Platform	Tremie	28.2	29	-0.8	N06-144h	N				
10	14/07/2006	1510	1200	Platform	Tremie	28.6	27	1.6	N06-144i	N				
11	17/07/2006	1510	0920	Platform	Tremie	27.5	25	2.5	N06-144j	Y	17/07/2006	GHD-Longmac	2.0E-10	JK11A/1860/R1
12	17/07/2006	1510	1350	Platform	Tremie	26.1	26	0.1	N06-144k	N				
13	18/07/2006	1385	1015	33.5m	Tremie	26.5	23	3.5	N06-144l	Y	18/07/2006	Geotechnics	6.0E-10	2006-061-05-01
14	18/07/2006	1510	1210	Platform	Tremie	25.2	26	-0.8	N06-144m	N				
15	19/07/2006	1510	1115	Platform	Tremie	26.7	25	1.7	N06-144n	N				
16	20/07/2006	1510	1045	Platform	Tremie	28.3	28	0.3	N06-144o	N				
17	21/07/2006	1510	1415	Platform	Tremie	29.5	28	1.5	N06-144p	Y	24/07/2006	GHD-Longmac		
18	22/07/2006	1510	0845	Platform	Tremie	28.5	31	-2.5	N06-144q	N				
19	24/07/2006	1510	0910	Platform	Tremie	32.9	31	1.9	N06-144r	Y	25/07/2006	GHD-Longmac	7.0E-10	JK11A/1860/R1
20	24/07/2006	1510	1415	Platform	Tremie	30.0	29	1.0	N06-144s	N				
21	25/07/2006	1510	1045	Platform	Tremie	30.5	28	2.5	N06-144t	N				
22	25/07/2006	1510	1345	Platform	Tremie	29.1	29	0.1	N06-144u	Y	26/07/2006	GHD-Longmac		
23	26/07/2006	1510	0930	Platform	Tremie	28.5	28	0.5	N06-144v	N				
24	26/07/2006	1510	1400	Platform	Tremie	28.5	29	-0.5	N06-144w	N				
25	27/07/2006	1510	0940	Platform	Tremie	30.1	30	0.1	N06-168	Y	28/07/2006	GHD-Longmac		
26	27/07/2006	1510	1345	Platform	Tremie	31.9	30	1.9	N06-168a	N				

Contrôles de fines et perméabilité du remblai sol/bentonite





Contrôle de la paroi au CPTU



Construction de la « capping beam »

Longueur de la paroi:	1 500 lm
Profondeur de la paroi:	20/45 m
Epaisseur de la paroi	80 cm
Surface totale de la paroi:	50 000 m²
Volume total de la paroi	40 000 m³
Bentonite:	3 000 t
Argile importée:	30 000 t
Durée totale du contrat:	11 mois
	(7 mois pour la paroi)

Le chantier de Mayfield: quelques chiffres...